

# MATERIALES DE APOYO PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA: MEJORA DEL AUTOAPRENDIZAJE

---

*Lucrecia Campayo Pérez, M.<sup>a</sup> del Carmen Cano Benjumea, Fernando Gómez Contreras, Mercedes Pardo Criado, M.<sup>a</sup> Josefa Rodríguez Yunta y Ana M.<sup>a</sup> Sanz Plaza*

lcp@quim.ucm.es; mccano@quim.ucm.es; fercon@quim.ucm.es; merpar@quim.ucm.es;  
mjryun@quim.ucm.es; asanzpla@quim.ucm.es

Departamento de Química Orgánica I. Facultad de Ciencias Químicas. UCM. Madrid

**Palabras clave:** Enseñanza de la Química, Materiales de aprendizaje, Ciencias de la Salud, Autoaprendizaje en Campus Virtual.

Se presentan en este trabajo los resultados obtenidos con el empleo de una serie de materiales que se han elaborado para facilitar y mejorar el proceso de aprendizaje de la asignatura de Química por parte de los estudiantes que cursan la licenciatura en Biología, teniendo siempre presente la posibilidad de su utilización en otros estudios del área de Ciencias de la Salud. Estos materiales se han hecho accesibles a los alumnos dentro del Campus Virtual.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

El profesorado encargado de impartir docencia en la asignatura de Química correspondiente a la licenciatura en Biología suele encontrarse con una serie de dificultades entre las que se encuentran la amplitud del programa (en el plan actual: bases estructurales de la química, reactividad y propiedades de los compuestos orgánicos, química del medio ambiente y química y energía) y el escaso número de créditos asignados a la misma (actualmente 6,5 incluyendo las actividades prácticas y 6 créditos ECTS para el grado).

El Espacio Europeo de Educación Superior perfila un modelo de aprendizaje centrado en el alumno, en el que el profesor es un facilitador del aprendizaje, el alumno tiene una autonomía creciente y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) tienen un papel relevante, por cuanto que la enseñanza presencial abre cada vez más paso a la

virtual y a la investigación del alumno y a la construcción de su propio aprendizaje.

Es una experiencia constatada por el profesorado de cualquier rama de las Ciencias y a cualquier nivel, que la enseñanza basada en problemas contribuye a un mayor entendimiento de los conceptos teóricos. Sin embargo, cuando estos problemas se limitan a plantear una situación que el alumno es capaz de trasladar a un algoritmo y encontrar así su solución, no favorecen el proceso de aprendizaje. Por otra parte, la presentación del problema aislado de su contexto real supone llegar a una solución única sin que lleguen a tenerse en cuenta otras alternativas posibles que deberían poder ser planteadas.

Los profesores integrantes de este proyecto han estado implicados desde hace años en un modelo docente participativo basado en la constante formulación de preguntas a los alumnos. Esta experiencia, intuitivamente válida para todos ellos, se ha concretado en diversas tareas docentes.

Las acciones de innovación y mejora relacionadas con el Campus Virtual de la UCM constituyen una herramienta de primera importancia para la innovación docente, ya que se presta al desarrollo de nuevas metodologías docentes, más activas y participativas, enfocadas al aprendizaje. Por ello el desarrollo y creación de materiales correspondientes a determinadas materias curriculares para su uso en el Campus Virtual favorece sin duda el proceso de formación. El objetivo que se ha perseguido es, por tanto, la creación de materiales específicos en contacto con la realidad biológica.

## 2. MATERIALES GENERADOS

Los materiales que se han elaborado se enmarcan dentro de las iniciativas encaminadas a la implantación de metodologías que faciliten y mejoren el proceso de aprendizaje de los estudiantes que cursan la licenciatura en Biología. En todo momento se ha buscado la adecuación de los temas tratados al programa de la asignatura, pero sin olvidar la posibilidad de su utilización en otros estudios del área de Ciencias de la Salud. En ningún momento se ha pretendido que los materiales diseñados sustituyan la labor del profesor o la de un buen libro. Se trata únicamente de facilitar la labor del alumno aclarando conceptos básicos e interrelacionando las explicaciones recibidas en clase con la problemática más afín a sus estudios.

Los materiales teóricos fueron los que se elaboraron en primer lugar utilizándose durante el curso 2006-07, ya que una de las dificultades con la que tropiezan los alumnos de la licenciatura en Biología cuando intentan ampliar sus conocimientos de química, especialmente en lo referente a la Química Orgánica, es el hecho de que los libros sobre el tema están escritos pensando en alumnos de Química, por lo que en algunos aspectos son excesivamente elevados para un alumno de primer curso de Biología. Por esta razón se elaboraron una serie de documentos que resaltan los aspectos básicos de los temas del programa de la asignatura, complementando así las explicaciones dadas en el aula y facilitando el estudio. Asimismo se incluyeron en la

página web del curso unos enlaces a dos páginas de nomenclatura (orgánica e inorgánica) donde los alumnos podían practicar, de forma interactiva, sus conocimientos sobre el tema.

Estos contenidos teóricos, en los que se buscaba la claridad y la concisión, se presentaron en la IV Jornada.

El Aprendizaje Basado en Problemas es un modelo educativo centrado en la discusión que estimula el aprendizaje independiente y da a los estudiantes la práctica necesaria para abordar situaciones complejas y determinar sus propias lagunas en este proceso, haciendo más probable que sean capaces de afrontar adecuadamente las situaciones problemáticas en su actividad profesional. La didáctica de las Ciencias, y en concreto la de la Química, se ve favorecida para este modelo educativo por la peculiaridad de la misma, y que de una forma elemental se ha materializado clásicamente en la metodología docente en forma de «problemas».

Es por ello por lo que como hipótesis de trabajo para el curso 2007-08 se planteó aplicar el Aprendizaje Basado en Problemas para que los estudiantes participaran de forma más activa y comprometida. Para ello se diseñaron una serie de problemas que proporcionarían a los estudiantes escenarios formativos en correspondencia con el contenido de los objetivos de aprendizaje de la asignatura implicada en este proyecto. Este método se aplicó a la docencia de un grupo de clase, para así poder revisar la eficacia y aplicabilidad de los mismos.

El material generado pretende homogeneizar los conocimientos previos de Química adquiridos por los alumnos en sus cursos de Enseñanza Media y sentar bases sólidas para que los alumnos puedan continuar con éxito el aprendizaje en asignaturas posteriores. La intención de este material es lograr que el alumno adquiera la terminología básica de la Química y que sepa utilizarla, expresando las ideas con la precisión requerida en el ámbito científico y siendo capaz de establecer relaciones entre los distintos conceptos y entre los fenómenos químicos y los biológicos, extrayendo de la complejidad inherente de los últimos las claves químicas. Asimismo se pretende que conozca las convenciones y maneje

correctamente las unidades, que sea capaz de buscar y seleccionar información en el ámbito de la química aplicada a los fenómenos biológicos, que pueda expresarla adecuadamente, tanto de modo oral como escrito y suscitar y fomentar en él aquellos valores y actitudes que deben ser inherentes a la actividad científica.

El material teórico se ha hecho accesible en el CV. Una parte del mismo, la relativa a la química de la energía y la del medio ambiente, se ha empleado como material de consulta desde el año 2006-07 en los seis grupos que imparten la asignatura, mientras que el resto de los materiales se han empleado solamente en los grupos en los que impartían docencia los profesores involucrados en este trabajo.

El uso de la herramienta creada ha sido totalmente voluntario, habiéndose limitado el acceso a la misma en el curso 2007-08 a los alumnos matriculados en el grupo D, en el que impartían docencia dos de las profesoras integradas en el equipo de trabajo.

Para este curso se incluyeron en la herramienta una serie de materiales, que se detallan a continuación:

- a) Un *Glosario* de términos habituales en química. Una especie de pequeño diccionario con las definiciones de términos usados a lo largo del curso. Para facilitar la búsqueda, se puede acceder directamente a la letra por la que comienza la palabra.

- b) Una *Colección de problemas* de todos los temas cubiertos por la asignatura de Química de la Licenciatura en Biología. En todos los enunciados se ha buscado una adecuada conexión con la biología, con la intención de motivar al alumno en la adquisición de las destrezas necesarias. Estos problemas son de dos tipos:

- i) Problemas resueltos. Se trata de ejemplos resueltos detalladamente de todos los tipos habituales de ejercicios que se supone que un alumno de la asignatura debe conocer, orientados a las diversas situaciones de los seres vivos, los conceptos y principios esenciales de la química.
- ii) Problemas propuestos. Son enunciados similares a los del apartado anterior, pero que el alumno puede resolverlos por su cuenta tomando como modelo el desarrollo de los resueltos. En todos ellos se facilitan las soluciones, para que así el alumno pueda comprobar por sí mismo si ha alcanzado los objetivos deseados. Los ejercicios propuestos de formulación orgánica no incluían la solución ya que se utilizaban como ejercicios voluntarios para entregar. En total se dispone de 269 enunciados

## A

**acidez** Tendencia a ceder un protón.

**ácido** Véanse *ácido de Arrhenius*, *ácido de Brønsted*, *ácido de Lewis*. La palabra «ácido», a secas, comúnmente significa un ácido de Brønsted.

**ácido aldárico** Es el ácido dicarboxílico que resulta de la oxidación, por los dos extremos de la cadena, de una aldosa.

**ácido aldónico** Es el ácido monocarboxílico que resulta de la oxidación en el carbono 1 de una aldosa.

**ácido carboxílico** Compuesto orgánico que contiene un grupo carboxilo,  $-\text{COOH}$ . *Ejemplos:*  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , ácido acético;  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ , ácido benzoico.

**ácido conjugado** Ácido de Brønsted que se forma cuando una base de Brønsted ha aceptado un protón. *Ejemplo:*  $\text{NH}_4^+$  es el ácido conjugado de  $\text{NH}_3$ .

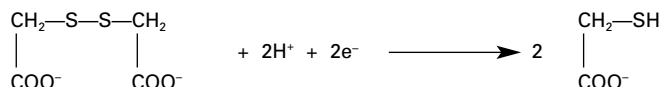
**ácido de Arrhenius** Compuesto que contiene hidrógeno y libera protones ( $\text{H}^+$ ) en agua. *Ejemplos:*  $\text{HCl}$ ;  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

**ácido de Brønsted** Dador de protones ( $\text{H}^+$ ). *Ejemplos:*  $\text{HCl}$ ;  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;  $\text{HCO}_3^-$ ;  $\text{NH}_4^+$ .

*Ejemplo de una página del glosario*

### ALGUNOS EJEMPLOS DE PROBLEMAS

1. El tioglicolato se añade frecuentemente a los medios de cultivo de bacterias anaerobias para eliminar el oxígeno disuelto y equilibrar el medio al bajo potencial redox requerido para el crecimiento de estos microorganismos. El par redox del tioglicolato se comporta como sigue:



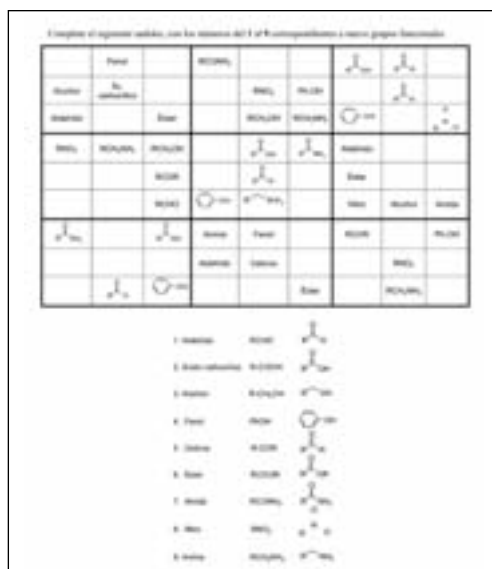
Si el valor de  $E^\circ$  para este par a 303 K y pH = 7 es -0.34 V en condiciones estandar de concentración, determinar los valores de E que se medirán en este caldo de cultivo cuando el tioglicolato está:

- Reducido en un 20%.
- Reducido en un 75%.

**Solución:** a) 0.097 V y b) 0.065 V.

- c) Una batería de *Tests*, para los que se ha creado un banco de 246 preguntas. Los alumnos pueden elegir entre cinco tipos: «disoluciones y pH», «redox», «estructura de los compuestos orgánicos», «reacciones orgánicas» e «hidratos de carbono». Cuando el alumno accede a un determinado test, se crea uno con preguntas sobre ese tema tomadas aleatoriamente del banco existente. El test permanece activo todo el tiempo que desee el alumno y, al finalizarlo, recibe automáticamente la calificación obtenida con explicaciones sobre los errores cometidos y cuál era la respuesta adecuada, en su caso. Si el alumno desea seguir haciendo ejercicios del mismo tema puede hacerlo, ya que al volver a entrar en el tipo de test, las preguntas que salgan escogidas serán diferentes.

- d) Se han incluido también una serie de *Juegos químicos*, entre los que se incluyen crucigramas, sudokus y sopas de letras, todos ellos con sus soluciones. Con esto se ha pretendido que aquellos alumnos a los que les gusten este tipo de pasatiempos, al resolverlos aprendan una serie de conceptos y los relacionen entre ellos, lo que facilitarán su aprendizaje posterior. Asimismo se ha incluido una versión en pdf del libro de Isaac Assimov *Historia de la Química*.



Ejemplo de Sudoku

- e) *Buzón de sugerencias*, para facilitar a los alumnos la solicitud de mejoras en la herramienta.

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS

Después de la utilización voluntaria de esta herramienta por parte de los alumnos del grupo D, se ha observado que, en los grupos en los que no se ha empleado la herramienta, los resultados de los exámenes han sido similares a los del año anterior. Por ejemplo, en la convocatoria de junio se ha obtenido un 34,4% de media sobre presentados, mientras que en el grupo D la mejora observada ha sido considerable (62,3% sobre presentados). superior incluso a la obtenida en el caso del grupo piloto (32,1%).

Con el fin de comprobar si realmente la mejora de resultados obtenidos se debía a la utilización de la herramienta diseñada, se ha llevado a cabo un estudio con los alumnos presentados en junio de la frecuencia de utilización de la misma y del uso de los tests de autoevaluación en comparación con los resultados obtenidos. En cuanto a la utilización de la herramienta diseñada «Estudiar Química» la media de accesos rondaba alrededor de 100-150 por alumno, siendo claramente inferior en la mayoría de los alumnos que no superaron el examen. La frecuencia de los accesos estaba, en general, claramente en consonancia con la asistencia regular a clase.

Se ha observado que, de los alumnos presentados en el examen de junio que no habían realizado ninguno de los test de autoevaluación, o solamente uno de ellos, el 49% no superó la asignatura frente al 51% que sí lo hizo. Entre los alumnos que habían realizado dos o tres tests tampoco hay grandes diferencias en el resultado, 40 y 60%, respectivamente. Cuando se comparan los resultados alcanzados por los alumnos que han realizado cuatro o más de los tests propuestos, se observa que no superaron la asignatura sólo el 14%, frente al 86% que sí lo hicieron.

Aunque no es una herramienta indispensable para adquirir los conocimientos y destrezas necesarios, como puede deducirse por la

nula diferencia de los resultados obtenidos por los alumnos que superaron la asignatura en relación a la frecuencia de su uso, sí ayuda al trabajo personal, como indican los porcentajes relativos en el caso de los alumnos que no superaron la asignatura. Es decir, se trata de algo que complementa adecuadamente el material del que disponen los alumnos en la asignatura del plan de estudios oficial.

Se realizó también en el mes de junio una encuesta de satisfacción con la herramienta entre los alumnos obteniéndose los siguientes resultados:

1. Las veces que accedo al Campus Virtual para consultar el espacio «Estudiar Química» son, por término medio:
 

a) una vez cada dos o tres días	9
b) una vez a la semana	27
c) menos de una vez a la semana	31
d) no la he consultado nunca	2
  
2. La documentación que aparece en el espacio «Estudiar Química» me parece:
 

a) poco útil	5
b) muy útil	33
c) escasa	3
d) adecuada	2
e) excesiva	0
  
3. El acceso a la documentación que aparece en el espacio «Estudiar Química» me parece:
 

a) adecuado	56
b) me gustaría que estuviese más subdividido en carpetas	3
c) me parece que debería estar dividido en menos carpetas	12
d) (especificar otros) .....	
.....	
  
4. El responder a los test:
 

a) no me parece útil	3
b) me ayuda a comprender los conceptos de la asignatura	27
c) me ayuda a comprobar mis conocimientos	50

## 5. El tipo y contenidos de los tests me parece:

- |  |    |
|--|----|
| a) suficiente  | 34 |
| b) escaso  | 9  |
| c) excesivo  | 4  |
| d) poco acorde con el contenido de la asignatura de «Química», ya que son demasiado básicos  | 4  |
| e) poco acorde con el contenido de la asignatura de «Química», ya que son demasiado elevados | 2  |
| f) perfectamente acoplado al contenido de la asignatura de «Química»                         | 13 |

## 6. El tipo y contenidos de los problemas me parece:

- |  |    |
|--|----|
| a) suficiente  | 39 |
| b) escaso  | 7  |
| c) excesivo  | 5  |
| d) poco acorde con el contenido de la asignatura de «Química», ya que son demasiado básicos  | 1  |
| e) poco acorde con el contenido de la asignatura de «Química», ya que son demasiado elevados | 4  |
| f) perfectamente acoplado al contenido de la asignatura de «Química»                         | 16 |

## 7. Dentro de cada grupo de problemas, los que están resueltos, ¿me han resultado útiles para la resolución posterior de los problemas propuestos?

- |   |    |
|---|----|
| a) sí, me han resultado bastante útiles | 53 |
| b) no, no me han servido para nada      | 1  |
| c) me han servido poco                  | 13 |

## 8. Me gustaría que en el espacio «Estudiar Química» se incluyera:

Exámenes resueltos de años anteriores (17)
Más problemas resueltos (6)
Más textos de cada tema (3)
Más apuntes de los temas (2)
Conceptos básicos de los temas (2)
Foro de dudas (2)

## 9. En mi opinión, lo mejor del espacio «Estudiar Química» es:

Los ejercicios y problemas resueltos (21)
Los test (15)
La autoevaluación (3)
Los consejos (2)
Los resúmenes (2)
Poder comprobar los conocimientos (2)

## 10. En mi opinión, lo peor del espacio «Estudiar Química» es:

Demasiadas carpetas y muy subdividido (7)
Juegos poco útiles (7)
Difícil de localizar el material (5)
Los ejercicios propuestos sin desarrollar (2)
Los problemas de ácido-base muy básicos (2)

A la vista de estos resultados se hicieron algunas modificaciones en la apariencia de la herramienta y se incluyó también una hoja de instrucciones sobre cómo utilizar el espacio.

Finalmente, con vistas al futuro, se ha elaborado una colección de problemas para resolver en grupo (las aventuras químicas de Sherlock Holmes aparecidas en el *Journal of Chemical Education*, traducidas y adaptadas), y se ha aumentado la zona de ocio con la inclusión de algún otro archivo de tipo científico divulgativo experimental.

## BIBLIOGRAFÍA

- CAMPAYO PÉREZ, L.; CANO BENJUMEA, M. C.; RODRÍGUEZ YUNTA, M. J., y SANZ PLAZA, A. M.: *Diseño de materiales como herramienta de apoyo en el Campus Virtual para la asignatura de Química en la licenciatura en Biología*. INDOQUIM 2007, Vigo.
- CHAMORRO PLAZA, M. C., y SÁNCHEZ DELGADO, P. (2005): *Iniciación a la docencia universitaria. Manual de ayuda*. Madrid: Instituto de Ciencias de la Educación, UCM.
- MIJANGOS UGARTE, F.: *¿Es posible explicar la química general en biología con los ya no tan*

- nuevos planes de estudio?* INDOQUIM 2006, Granada.
- RODRÍGUEZ YUNTA, M. J.; CAMPAYO PÉREZ, L.; CANO BENJUMEA, M. C.; GÓMEZ CONTRERAS, F.; PARDO CRIADO, M., y SANZ PLAZA, A. M.: *Creación de material para el autoaprendizaje de Química en la licenciatura en Biología*. INDOQUIM 2008, Cádiz. Servicio de publicaciones de la UCA.
- SÁNCHEZ DELGADO, P., y GAIRÍN SALLÁN, J. (2008): *Planificar la formación en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Instituto de Ciencias de la Educación, UCM.